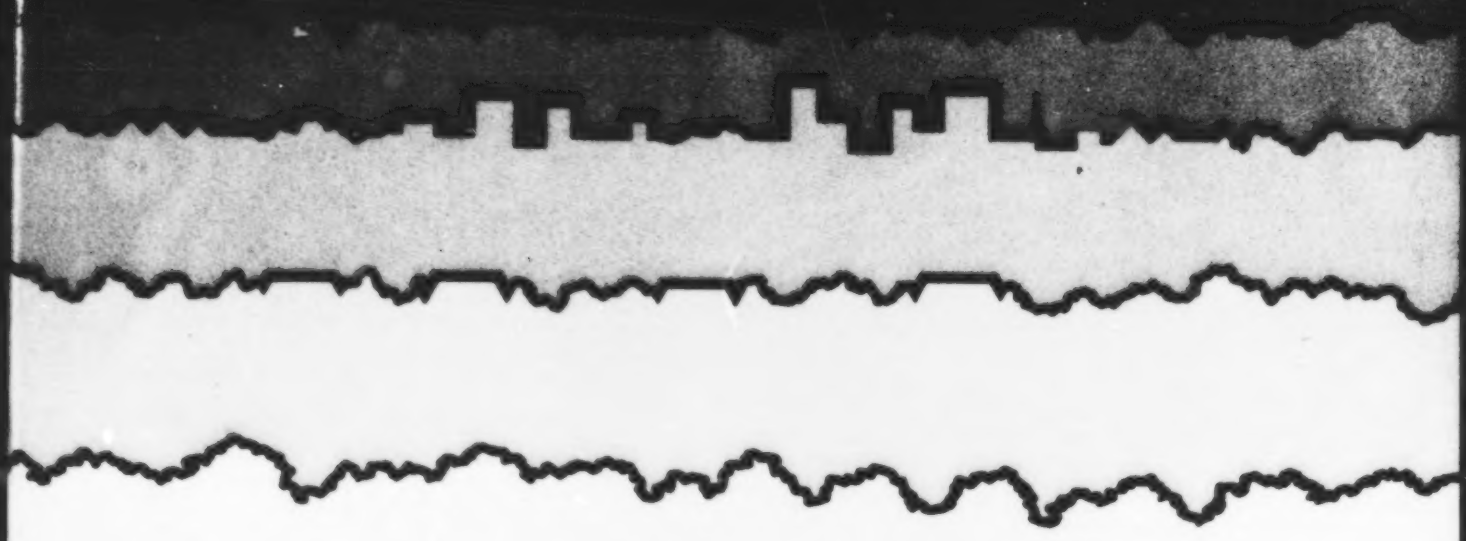
CEARC Canadian Environmental Assessment Research Council

CCREE Conseil canadien de la recherche sur l'evaluation environnementale



# THE ASSESSMENT OF CUMULATIVE EFFECTS: A RESEARCH PROSPECTUS

88-04973/

# THE ASSESSMENT OF CUMULATIVE EFFECTS: A RESEARCH PROSPECTUS

Canadian Environmental Assessment Research Council

© Minister of Supply and Services Canada 1988

Cat. No. En 106-10/1988

ISBN 0-662-55759-X

# FOREWORD

The Canadian Environmental Assessment Research Council (CEARC) was established on January 30, 1984, by the federal Minister of the Environment to advise government, industry and universities on ways to improve the scientific, technical and procedural basis for environmental impact assessment (EIA). CEARC is undertaking research in several areas related to improving the practice of environmental assessment.

The Council has chosen cumulative effects assessment (CEA) as one important focus of research and this prospectus describes CEARC's approach to possible research activities in this field.

This prospectus both draws on the results of commissioned research and sets out the directions for further work that the Council will pursue directly and promote in consultation with other organizations. It is also intended to encourage a broader dialogue between the CEA Committee of Council and the wider EIA community.

A number of people have contributed to the development of this prospectus. The CEA Committee of Council particularly acknowledges the assistance of Arthur J. Hanson in providing a critical review of the document.

For more information on the Council's general program of environmental assessment research or on the details of CEA research outlined in this prospectus, please contact:

Dr. Elisabeth Marsollier, Manager
CEARC Secretariat
13th Floor, Fontaine Building
200 Sacré Coeur Boulevard
Hull, Quebec
K1A 0H3

(819) 997-1000

# THE ASSESSMENT OF CUMULATIVE EFFECTS: A RESEARCH PROSPECTUS

## INTRODUCTION

The Canadian Environmental Assessment Research Council (CEARC) advises governments and industry on ways to improve the scientific, technical and procedural basis for undertaking environmental impact assessment (EIA). The approach adopted by the Council to achieve its mandate is set out in a document entitled *Philosophy and Themes for Research* (CEARC 1986). Specific research priorities for improving the practice of EIA are developed in a series of research prospecti. The present document provides the Council's perspective on the nature of cumulative environmental effects and recommends a research agenda to improve the assessment and management of such effects.

CEARC has placed cumulative effects assessment (CEA) high on its agenda of research priorities for a number of reasons. First and foremost is the difficulty of undertaking sound EIA without consideration of the regional context and cumulative changes resulting from multiple impacts. Second, CEA reflects a number of the research themes adopted by CEARC to guide its activities, namely the integration of assessment within a broader planning context; improvements in the rigour of scientific analysis; and the strengthening of institutional frameworks. Third, CEARC has decided to give priority to problems that cut across conventional scientific and institutional boundaries and impede current practice. Fourth, CEARC is interested in promoting research in issues that fall outside the mandates of other research granting agencies. Finally, CEARC is developing approaches for evaluating environmental impacts of broad policies in addition to specific projects. CEA is a good example of all these interests; it underlines the need for a well organized and long-term approach leading towards a resolution of the scientific and institutional aspects of the problem.

We begin with a brief summary of some background studies and workshops sponsored by CEARC to develop a better understanding of the concept of cumulative effects assessment and an evaluation of current practice in Canada and elsewhere. Based on this review, some immediate research needs are identified. Finally, we present the Council's agenda for CEA research, set in the context of its overall strategy for improving performance and practice of environmental assessment in Canada. Appendix A outlines a conceptual perspective on cumulative effects.

## BACKGROUND

Environmental impact assessment is now widely established as a planning process for reconciling economic development with environmental conservation. It still, however, suffers from a lack of credibility with regard to scientific inquiry and procedural efficiency. The EIA process, in particular, is largely concerned with the analysis and management of impacts on environmental and social systems caused by single-project development.

The effective management of cumulative effects associated with multiple developments is now becoming recognized as a major challenge to both scientists and environmental policy makers. Environmental impacts involve changes to natural and social systems due to the addition of materials such as chemicals or imported species; the removal of materials from the environment resulting in fragmentation of natural or social communities; or interference with physical, biological or socio-economic processes. As the pace and scale of development have increased, impacts have come to extend far beyond the influence of individual activities. To some extent, ecological and social systems can adapt to such changes. But it is becoming increasingly apparent that cumulative effects associated with multiple activities can create irreversible changes in such systems or changes that are different in nature from those caused by any single activity or impact.

Social and economic factors are the driving forces in promoting activities that cause cumulative effects. Agricultural policies that encourage increased productivity can result in soil erosion, intensive use of pesticides and other toxic chemicals, and drainage of wetlands and the subsequent loss of habitat and species. Solutions to some of these problems, therefore, may lie not only with improved environmental management, but with a change in fundamental economic policies and social perceptions. Cumulative effects assessment can help forge a transition from project-specific environmental management to a more comprehensive "holistic" approach to the environment.

Cumulative effects fall within a range of spatial and temporal dimensions — from the local (forest harvesting) and short term (a crop rotation), to the global (atmospheric pollution) and long term (climatic change). In general, the scientific and institutional aspects of the problem become more complex as time and space boundaries expand. This complexity is an impediment to understanding the problem and developing workable management solutions, and a reflection of the challenges facing environmental impact assessment as it evolves into a broader-based environmental and resource management tool. Sooner or later, in one form or another, those responsible for managing natural systems will have to address the problems associated with cumulative environmental effects.

There is current interest in promoting sustainable development in Canada (National Task Force on Economy and Environment). Cumulative effects analysis can contribute meaningfully to this discussion. It encompasses multiple developments on a broad geographical scale and requires research that integrates economic, ecological, and social considerations.

Cumulative effects have been recognized for some time, although they may have been described in different terms. At the global level, examples include the build-up of carbon dioxide in the atmosphere and acid precipitation in eastern North America and Europe resulting from multiple emissions of sulphur dioxide. Many of the scientific and management studies on the Great Lakes have focused on cumulative impacts of multiple uses of that large system (Francis 1979). The ongoing program to develop an integrated management system for the Fraser River estuary in British Columbia may also be seen as a reaction to the cumulative effects of development, which have proven to be difficult to control through a sectoral approach (Sonntag *et al.* 1987). The problem is also well recognized in the United States where major studies and programs have been mounted by both governments and the private sector (CAETEP 1986). In at least one jurisdiction (Maryland), the cumulative effects of development must be addressed under the state's planning legislation.

## Council's Research Program

The Council has conducted a three-phase research program on the assessment of cumulative effects to date. First, a binational workshop on cumulative environmental effects was organized in conjunction with the U.S. National Research Council Committee on the Application of Ecological Theory to Environmental Problems (CAETEP) in February 1985 (CEARC and U.S. NRC 1986). Second, CEARC commissioned two studies on the state of the art of cumulative effects assessment practice in Canada and elsewhere by Western Ecological Services (Peterson *et al.* 1987) and Environmental and Social Systems Analysis Ltd. (ESSA) (Sonntag *et al.* 1987). The intent of the second phase was to move from a problem-scoping exercise (the CEARC/NRC workshop) to focus on practical questions about the scientific methodology and institutional arrangements for CEA. Third, in the fall of 1986, the Council contracted a team of consultants from across Canada to develop a "reference manual" for undertaking CEA in a variety of environmental systems. The Council anticipates that the report will be published as a companion volume to this prospectus. The proceedings of the binational workshop (CEARC and U.S. NRC 1986) and the state-of-the-art reports are summarized below, since they provide the substantive background to this prospectus.

## Binational Workshop

The objectives of the binational workshop were to define more clearly the nature of cumulative impacts, to consider in general terms the effectiveness of current scientific and management approaches to dealing with these problems, and to outline future directions for research in this area. The workshop brought together 30 participants from Canada and the United States to examine the issues of cumulative effects on terrestrial, freshwater, marine, and atmospheric ecosystems. Theme papers and commentaries dealing with the respective scientific and management dimensions of these four systems provided the basis for wide-ranging discussion. The workshop proceedings represent a wealth of ideas concerning current concepts of CEA and the major challenges facing future research and application in this area. For present purposes, the key questions of the workshop are dealt with below.

## What Are Cumulative Effects?

Cumulative effects proved difficult to define since the concept of cumulative effects assessment was viewed from a number of different angles. A typology of cumulative environmental effects was prepared to assist in classifying various types of cumulative impact. This classification, which incorporates previous attempts at a definition (Vlachos 1982: 61; U.S. Council on Environmental Quality 1978: 1508.7/8), is outlined in Table 1.

Cumulative effects occur when:

- impacts on the natural and social environments take place so frequently in time or so densely in space that the effects of individual "insults" cannot be assimilated; or
- the impacts of one activity combine with those of another in a synergistic manner.

Individually, these impacts may not be qualitatively different from environmental effects associated with single-project developments, but collectively they often require different kinds of research and management approaches if they are to be dealt with effectively.

## How Effective Are Present Approaches

Cumulative effects, by their nature, require an integrated approach, one that links scientific analysis and management procedures and relates decision making to the time and space scales at which the changes in environmental quality occur. Existing approaches to impact assessment are not well adapted to cope with these problems. Project-specific analysis and mitigation, for example, generally do not take account of:

- additive effects of several developments on ecological systems;
- effects of secondary activities derived from primary development;
- non-linear ecological responses to increasing development pressures;
- synergistic or feedback effects of impacts on the environment; and
- dynamic "patchiness" or "ecotone" effects because of variable interactions in space or time.

**Table 1**
A Typology of Cumulative Environmental Effects

| | Type | Main Characteristics | Examples |
|---|---|---|---|
| 1. | Time crowding | Frequent and repetitive impacts on a single environmental medium | Wastes sequentially discharged into lakes, rivers, or airsheds |
| 2. | Space crowding | High density of impacts on a single environmental medium | Habitat fragmentation in forests, estuaries |
| 3. | Compounding effects | Synergistic effects arising from multiple sources on a single environmental medium | Gaseous emission into the atmosphere |
| 4. | Time lags | Long delays in experiencing impacts | Carcinogenic effects |
| 5. | Extended boundaries | Impacts resulting some distance from source | Major dams; gaseous emissions into the atmosphere |
| 6. | Triggers and thresholds | Disruptions to ecological processes that fundamentally change system behaviour | The greenhouse effect; effect of rising level of $CO_2$ on global climate |
| 7. | Indirect effects | Secondary impacts resulting from a primary activity | New road developments opening frontier areas |
| 8. | Patchiness Effects | Fragmentation of ecosystems | Forest harvesting; port and marina development on coastal wetlands |

Source: *Based on discussions at CEARC/CAETEP Workshop (CEARC and U.S. NRC 1986:161)*

Such effects can be local, regional or global in scale, typically cross jurisdictional boundaries and/or agency responsibilities, and require the kind of co-ordinated institutional arrangements that are sometimes difficult to achieve unless there is a perceived crisis. Recent progress in tackling this kind of problem has been accomplished through regional planning and areawide assessment (e.g., FEARO 1984). Generally speaking, scientific and management approaches to cumulative effects have been more successful with clearly bounded systems, such as lakes and watersheds, than with more open systems, such as estuaries, marine waters and many terrestrial systems.

## What Are the Directions for Applied Research?

Research recommendations directed toward strengthening the scientific and management aspects of cumulative effects were made on the basis of the deliberations of the binational workshop. These recommendations were the basis upon which the Council determined the requirements for the state-of-the-art reviews, mentioned above. CEARC's proposal for conducting the reviews posed two premises:

- that increasingly significant changes to environmental quality are being caused by cumulative effects; and
- that current scientific and institutional approaches are inadequately developed to manage these impacts.

Testing these premises involved a number of supplementary questions:

- What are the most significant types of cumulative impacts at present in Canada, and how will these likely change over the next 10-20 years?
- What examples are available of successful scientific and management approaches to dealing with cumulative effects; and why are they successful?
- What types of environments and what kinds of activities are more susceptible to cumulative effects; and what kinds of institutional arrangements constrain or facilitate management?
- How can EIA processes be adapted successfully to manage cumulative effects, and what could be the contribution of regional environmental planning to dealing with this problem.

The above-mentioned review confirmed that cumulative effects are having an increasingly significant impact on the quality of natural and social environments in Canada. Peterson *et al.* (1987) identified a number issues that either involve significant cumulative effects now or probably will by the end of the decade:

- long-range transportation of air pollutants;
- urban air quality and air-shed saturation;
- mobilization of persistent or bioaccumulated substances;
- cumulative effects associated with climate modification;

- occupation of land by man-made features;
- habitat alienation and fragmentation;
- loss of soil quality and quantity;
- effects of the use of agricultural, silvicultural and horticultural chemicals;
- reduction of groundwater supplies and groundwater contamination;
- increased sediment, chemical and thermal loading of freshwater and marine habitats;
- accelerated rates of renewable resource harvesting; and
- long-term containment and disposal of toxic wastes.

The final reports of the two consulting groups contained a total of 23 general and specific recommendations dealing with the scientific, methodological, procedural, and institutional aspects of CEA. Although each consultant group developed its own approach to the problems of CEA, there were a number of basic similarities:

- Each group developed a preliminary conceptual approach as a context within which to analyse cumulative effects. These approaches differ but both provide a useful basis upon which to develop an understanding of this complex problem.
- Both groups stressed the importance of the insititutional and management aspects of CEA. They found that the degree of success in dealing with cumulative effects problems was largely influenced by existing institutional arrangements. Both groups recommended the development of a focused research program (including monitoring and evaluation) leading towards the improvement of institutional performance.
- There was unanimity concerning the need for a "stock taking" of available methods and analytical tools for conducting CEA. In spite of the complexity of the problem, it was concluded that a range of analytical tools does exist and can be effectively applied under certain conditions.
- Both groups recommended that a policy, or set of projects, that create well-defined CEA problems should be selected as a pilot study to test the utility of concepts and approaches being recommended for dealing with cumulative effects.

### A Reference Manual for CEA

Based on a review of the first two phases of this research strategy, the Council decided that the most important follow-up step was to prepare a "reference manual" for CEA. The manual will include a "tool-bag" of analytical methods currently used to tackle cumulative effect issues in aquatic, atmospheric, and terrestrial environments. The manual is being designed for use by practitioners of environmental assessment in government and the private sector.

A contract has been let to develop the manual, involving a team of consultants located in major centers across Canada. The research team was asked to (1) refine the conceptual model of CEA drafted by the CEA Committee of Council, based on the work of ESSA and Western Ecological Services (see Appendix A); (2) comment on the effectiveness of regional or areawide planning approaches in order to provide a policy context for cumulative effects analysis or management; (3) outline specific analytical techniques currently being used to manage cumulative effects; (4) establish criteria and principles for designing and implementing monitoring programs to assess and manage changes brought about by cumulative effects; and (5) outline effective institutional arrangements that could encourage greater co-ordination between agencies and jurisdictions where impacts cross jurisdictional boundaries.

A second objective of this project was to test the feasibility of applying appropriate methods outlined in the reference manual and the conceptual framework to a selected case study which has multi-jurisdictional and regional planning implications. The case proposed by the Council was that of the cumulative effects of current agricultural and related land use policies and their effects on wetland habitats and associated ecosystems in the three prairie provinces. There is evidence that some waterfowl populations have decreased sharply over the last 10 years or so, making the case study a relevant one for applied research. The analysis would be conducted at a feasibility level only in this phase of the Council's work.

Once reviewed by the Council the reference manual will be released in the spring of 1988 for full discussion with the research and practicing communities in the field of environmental assessment.

## CONCEPTUAL PERSPECTIVE ON CEA

Analysis of cumulative effects can be complex because environmental and social impacts of multiple developments themselves interact in different ways over time and space. Consequently, the Council believes that a framework should be developed to identify the different categories of cumulative effects and how these categories may interrelate in time and space, within and between ecosystems.

An initial attempt at developing such a conceptual framework is included in Appendix A. This draft is presented to encourage discussion in the research community and to provide a backdrop for review of the reference manual and case study proposal being developed under the Council's current research agenda.

The framework for analysing CEA incorporates the six basic characteristics of cumulative effects:

1. Scale of impacts can encompass local, regional, national and global effects.
2. Timing of system responses can be short (day-months), medium (years) or long (decades).

3. Multiple activities and systems (economic, social, ecological) can be involved.

4. Interdisciplinary research is required to analyse problems.

5. Multiple agencies are generally involved in managing cumulative effects since such impacts often cross jurisdictional lines.

6. Policy and planning approaches are useful to provide a context for project-specific impact analysis.

These characteristics not only establish the framework for analysing cumulative effect case studies, they also influence the future scope of research identified by the Council. The research issues outlined in the following section are based on the Council's program to date and discussions with a number of practitioners. This section does not provide a complete list of research needs or even a comprehensive one, rather, it is an attempt to stimulate interest to promote some initial activity by the research community.

## RESEARCH NEEDS

The Council believes that there are opportunities for productive research in three aspects of cumulative assessment:

- theoretical development,
- scientific and methodological development, and
- institutional development.

These areas are of course interrelated; many research projects may cross into all three aspects. However, this "classification" helps the Council to identify some initial proposals for CEA research.

### Theoretical Development

The Council would like to see the preliminary conceptual framework in Appendix A expanded and refined. It is important to improve understanding of cause-and-effect relationships that characterize the four pathways of project activity and ecological change depicted in Figure 1. Particular attention needs to be given to the processes at work in pathways three and four. The problems associated with establishing time and space boundaries for analysing changes due to multiple activities in relatively open systems are formidable. The identification of key indicators and critical thresholds, summarized in the notion of carrying capacity, would prove helpful for sorting out the multiplicity of cause-and-effect relationships and for assessing system resiliancy to change. It will be especially important in this context to try and establish the early warning signals of "structural surprises," the kind of large-scale global discontinuities in environmental systems that result from fundamental technological and economic trends (e.g., the depletion of the ozone layer). Such research offers an important means of shifting away from the traditional stance of cumulative effects management, which is one of "react and cure," to a more proactive approach of "anticipate and prevent." It must also be emphasized that the framework(s) for organizing this conceptual understanding should be capable of application at the local and regional scales at which most assessment and management activities are conducted in Canada, but that they should also be able to incorporate the processes which create global environmental changes.

There are a number of research themes which the Council considers to be important. Some of these are well established lines of scientific inquiry; others are more recent. The Council is prepared to support and promote research into:

- the establishment of spatial and temporal boundaries in relatively open ecosystems — air, land and water;
- evaluation of carrying capacities of various ecosystems to identify critical thresholds at which system effects change significantly; and
- application of effective regional or area planning approaches for linking environmental management with regional economic development where cumulative effects are involved.

### Scientific and Methodological Development

Cumulative effects assessment poses major challenges to the scientific research community. Such effects, by definition, manifest themselves over extended time and spatial dimensions. In some cases the time frame is longer than that normally involved in research programs, i.e., there may be significant time lags between cause and the recognition of effect. This implies that research on cumulative effects must be long term in nature and supported by monitoring programs spread over appropriate time and space scales. Gaining commitment for such research and monitoring programs may be difficult.

Much of the basic research required to define the problem of cumulative effects is interdisciplinary in nature. Unfortunately, cross-disciplinary research and development is not popular with many scientists or funding agencies. Because most of the basic research on cause and effect in cumulative effects assessment will need to be conducted within major government and university research programs, CEARC has a role to play in promoting and facilitating an integrated scientific approach to the topic.

The basic research required on the problems of cumulative environmental effects must also be matched with focused efforts to develop practical and effective solutions.

Some of the more specific research themes that have been indentified by the Council include the following:

- definition and development of monitoring networks to measure cumulative effects of multiple sources of impacts on specific ecosystems and/or multiple impacts on multiple ecosystems;
- case example analyses from both past and present projects to test analytical techniques and adaptive impact approaches for managing cumulative effects on natural ecosystems; and

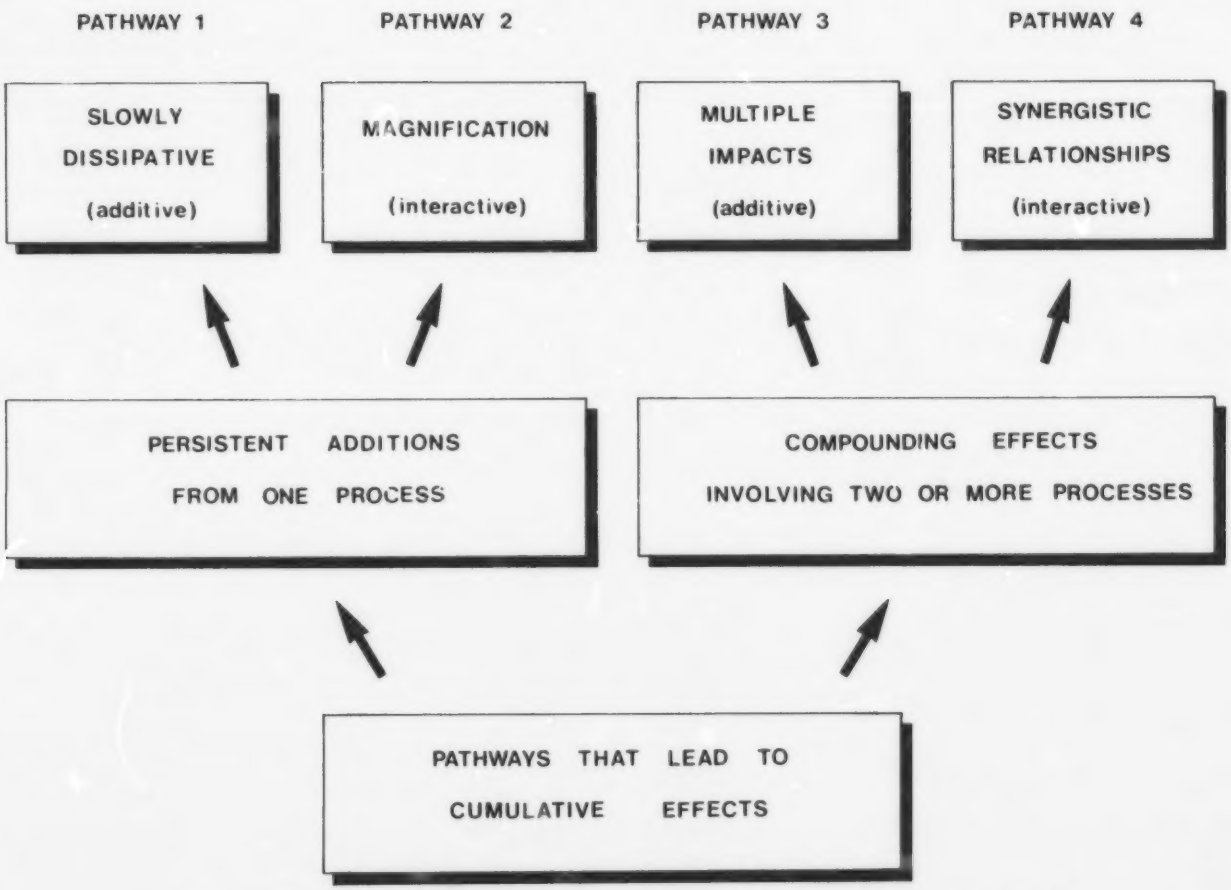



**Figure 1.** Basic Functional Pathways That Contribute to Cumulative Effects (Peterson *et al.* 1987)

- improvement of our understanding of functional relationships between cause and system effects associated with multiple impacts on the natural ecosystems.

Analytical methods must be developed that are both defensible from a scientific perspective and useful to those responsible for managing cumulative effects. These methods must incorporate well-designed monitoring programs that will ultimately lead to a better understanding of the complex linkages between multiple and/or sequential developments and their impact on natural systems. Basic research will be required to define monitoring programs to track the structural and functional integrity of ecosystems as they are exposed incrementally to increased levels of stress. Most current monitoring programs are designed to measure changes caused by single projects rather than by multiple projects. Systems that are exposed to several different sources of stress are often not adequately monitored. The analytical methods that are developed will need to be rigorously tested and evaluated through application in case studies or pilot projects. In this context, CEARC may be able to function as a facilitator for such trial applications and oversee the conduct of credible evaluations.

### Institutional Development

Institutional fragmentation remains an important constraint to the implementation of improved approaches to cumulative effects assessment and management, especially where such effects cross jurisdictional responsibilities. Research needs could be based initially on reviewing the effectiveness of existing institutional arrangements for addressing cumulative

effects issues, where these effects have been clearly established as a public concern (e.g., the Fraser River Estuary Management Program).

Examples of other institutionally based research on cumulative effects that have been identified by CEARC include:

- case examples of institutional arrangements to manage cumulative effects where such effects cross jurisdictional boundaries (between provinces as well as internationally);
- analysis of approaches to public consultation on cumulative effects analysis when there are several sources of impact (i.e., more than one proponent or a mix of existing and potential developments); and
- analysis of institutional procedures that encourage integration of social impact analysis with environmental assessment when cumulative effects are involved.

Based on such case experience, guidelines for incorporating CEA into the mandates of public agencies might be developed.

A particularly important requirement in this context is research into interjurisdictional arrangements for managing cumulative effects that are now being recognized as potentially critical (such as the feasibility study into wetland drainage and reduction of waterfowl habitat in the prairies). A second topic is to determine how regional and international jurisdictions can adapt to "structural surprises," which by definition are difficult to predict (see Appendix A). At present, development of effective transboundary arrangements for tracking and responding to major changes that tend to lie outside the control of any one government or country represent a challenging aspect for CEA research.

Finally, improved institutional performance can be realized through the application of audit and evaluation strategies that encompass cumulative effects. The current federal-provincial agreement on the Fraser River Estuary identified a number of opportunities in audit and evaluation of cumulative effects such as a federal-provincial ambient water quality monitoring program, which included biological indicator analysis, and assessment of wetland habitat productivity through regular inventory. Furthermore, a cross-jurisdictional referral system has been established to keep track of all development proposals and evaluate these in the context of existing development and ambient environmental objectives (Sonntag *et al.* 1987).

## RESEARCH AGENDA

In February 1987, the Council reviewed its overall research strategy and decided to focus on a number of functional activities over the next three years. The Council's sponsorship of further research on cumulative effects will be organized around the context of this revised research strategy. In this context the Council's research will focus on strategic issues and demonstration projects.

### Strategic Issues Analysis

The analysis of strategic issues analysis involves the application of research to assist policy, planning, and management associated with important resource developments in Canada. Such research would first consider the linkage between policy/planning and single/multiple project developments. The purpose would be to determine the extent to which established policies or regional plans guide and control environmental effects of economic development in, for example, coastal environments or timber harvesting. Second, the research would evaluate how well environmental objectives set out in the context of policy/plans (e.g., ambient quality standards, allocation of resource uses, sustainable yield) have been achieved. Such research would involve monitoring and evaluation programs. This integration of policy/planning, single/multiple project assesssment and follow-up monitoring and evaluation is considered critical in the analysis of a number of strategic issues.

Examples of such strategic issues include the effects of forest policy on environmental systems, agricultural policies on soil conservation and wetland habitats, and waste management strategies on water quality in the Great Lakes. Many of these projects involve cumulative effects as defined in this prospectus. Some are already being researched by agencies or under inter-jurisdictional agreements. In these cases, CEARC would review the results of this research. Other issues, such as the agricultural-wetland interface in the prairies have not yet been tackled on a systematic basis under a cumulative effects framework. CEARC would be interested in assisting the development of this research, if the results of the feasibility study now being undertaken are promising and if there is support from the jurisdictions involved .

This aspect of CEARC's work conforms to the principles set out in the National Task Force on the Environment and Economy, which reported to the Canadian Council of Resource and Environment Ministers in September 1987. The Task Force stressed the need for sustainable development through policies and project designs that integrate economic and environmental management.

### Demonstration Project

Most of the research in environmental assessment can best be tested through application to real problem analyses. Thus, the Council would be prepared to assist the practising community to apply the results of the reference manual to present and future CEA problems in Canada. Such research would have to be cost-shared, i.e., the lead government or private sector agency would also have to be willing to assist in funding the research program. The Council has on-going research interests in other aspects of environmental assessment such as mitigation and compensation; risk analysis; post-project evaluation; social impact monitoring and the use of negotiation and mediation to assist in conflict resolution. Case studies that combine a number of these elements, in addition to the CEA component, will gain more support from the Council than projects limited to one of these research areas.

## NEXT STEPS

This prospectus will be disseminated to the research community and to environmental assessment practioners. The Council Secretariat would be pleased to receive comments and ideas on the proposed research agenda and other aspects of CEA raised here.

The Council has also taken the responsibility to discuss its research prospectus with practitioners and researchers in the field to share their ideas and to encourage application of new approaches and scientific methods to current project analyses.

The specific steps to be undertaken by the Council with respect to cumulative effects assessment include the following:

- completion and publication of the reference manual on CEA methods;
- meeting with practitioners in government and industry to explain the manual and encourage application of methods to current and future project assessment;
- facilitating the implementation of the prairie wetland/agriculture case study involving the three prairie provinces; and
- meeting with the research community to encourage research in the three functional areas of CEA — theoretical development, scientific and methodological analysis and institutional analysis.

# APPENDIX A

## PERSPECTIVES

The Council's CEA committee will maintain a continuing interest in the refinement of a conceptual framework for analysing cumulative effects. Both Western Ecological Services (WES) and ESSA in reports commissioned by the Council, have extended the typology set out in Table 1 of this prospectus. The WES and ESSA models are described below with a view to summarizing the present state of the art and stimulating further discussion between the interested community and the CEA committee.

WES (Peterson *et al.* 1987) identified four types of cumulative effects involving additive and interactive impacts respectively from single and multiple sources (Figure 1). Pathway 1 effects are those that result from persistent additions from one process, without interactive complications. Pathway 2 effects involve biomagnification, a popular term for food-chain concentration, as in the release of radionuclides and pesticides into ecosystems. Pathway 3 effects involve two or more processes, additive through non-interactive multiple impacts. Pathway 4 effects involve two or more processes that are interactive through synergistic relationships.

This framework can be applied to the impact typology outlined in Table 1 as follows:

| | |
|---|---|
| Time-crowding | Pathways 1 and 3 |
| Space-crowding | Pathways 1 and 3 |
| Compounding | Pathways 2 and 4 |
| Time lags | Pathway 1 |
| Space lags | Pathways 1 and 2 |
| Indirect effects | All pathways (potentially) |
| Patchiness (nibbling) effects | All pathways (potentially) |

ESSA Ltd. (Sonntag *et al.* 1987) have proposed an analytical framework for CEA based upon a simple systems model. An activity matrix is used to identify the changes and trends taking place in biophysical and socio-economic systems. Figure 2 indicates that specific actions can take place locally and in the short term, e.g., forest clearcuts; or can be aggregated over large geographic scales and long time-horizons, e.g., long-range transport of sulphur emmissions. The next set in the ESSA framework is a characterization of the "receiving" system (Figure 3). It is organized into three primary subsystems (ecological, social, and economic) and two dimensions (spatial and temporal). Of particular interest are processes that relate to the ability of the systems to respond and recover over time.

The intent of both models is to move toward broadening the scope of analysis, especially the time and space contexts for impact assessment. The Council, through its CEA committee, will undertake further development of these emerging frameworks for CEA, following review and discussion of the reference manual on CEA methods (see the section "Next Steps" in this prospectus).

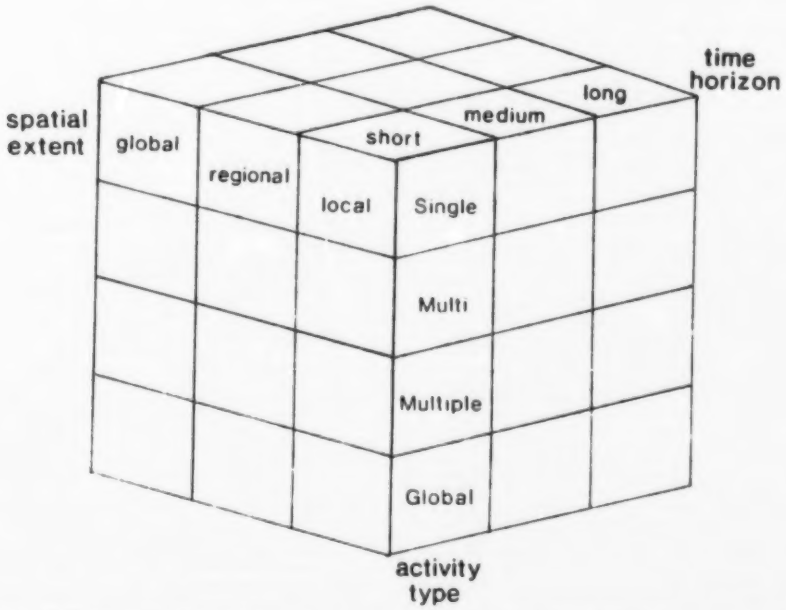



**Figure 2.** Activity Matrix — Identification of Activities in Spatial and Temporal Context (Sonntag *et al.* 1987)

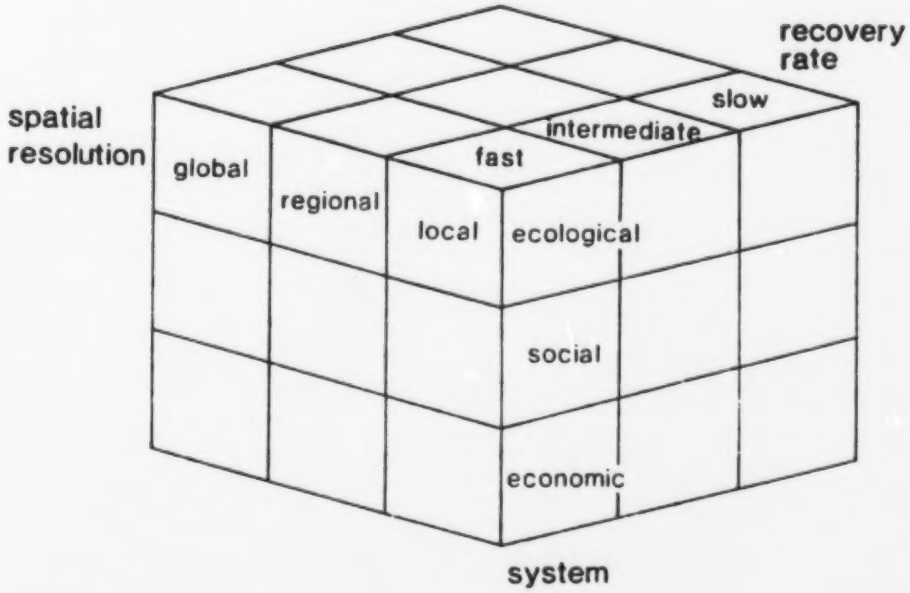



**Figure 3.** System Matrix — Identification of System Processes/Structure in Spatial and Temporal Context (Sonntag *et al.* 1987)

## BIBLIOGRAPHY


Ballard, S.C., M.D. Devine, T.E. James, and M.A. Chartock. 1982. Integrated Regional Environmental Assessment: Purposes, Scope, and Products. *Impact Assessment Bulletin* 2: 5-13.

CEARC. 1986. *Philosophy and Themes for Research.* Canadian Environmental Assessment Research Council, Hull, Quebec.

CEARC and U.S. NRC (eds.) 1986. *Cumulative Environmental Effects: A Binational Perspective.* Canadian Environmental Assessment Research Council, Hull, Quebec.

CAETEP. 1986. *Ecological Knowledge and Environmental Problem Solving.* National Academy Press: Washington, D.C.

Cooke, L., C. Taylor, and E. Wyldman. 1986. Eastern slopes policy and integrated resource management — Alberta. In *Integrated Approaches to Resource Planning and Management*, 169-192 (R. Lang, ed.) Calgary: University of Calgary Press.

Cornford, A.B., J. O'Riordan, and B. Sadler. 1985. Planning, assessment and implementation: A strategy for integration. In *Environmental Protection and Resource Development: Convergence for Today*, 47-75. (B. Sadler, ed.) Calgary: University of Calgary Press.

Douglas, L.A. 1985. The land use planning program of the Ontario Ministry of Natural Resources. In *Integrated Approaches to Resource Planning and Management*, 193-214 (R. Lang, ed.) Calgary: University of Calgary Press.

FEARO. 1984. *Beaufort Sea Hydrocarbon Production and Transportation: Final Report of the Environmental Assessment Panel.* Environmental Assessment Review Office, Hull, Quebec.

Francis, G.R. (ed.) 1979. *Rehabilitating Great Lakes Ecosystems.* Technical Report No. 37. Great Lakes Fishery Commission, Ann Arbor, Michigan.

Holling, C.S. (ed.) 1978. *Adaptive Environmental Assessment and Management.* Toronto: Wiley and Sons.

Peterson, E.B., Y.-H. Chan, N.B. Peterson, G.A. Constable, R.B. Caton, C.S. Davis, R.R. Wallace, and Y.A. Yarronton. 1987. *Cumulative Effects Assessment in Canada: An Agenda for Action and Research.* Canadian Environmental Assessment Research Council, Hull, Quebec.

Roots, E.F. 1985. Closing remarks: A current assessment of cumulative assessment. In *Cumulative Environmental Effects: A Binational Perspective* (CEARC and U.S. NRC, eds.) Canadian Environmental Assessment Research Council, Hull Quebec.

Sonntag, N.C., R.R. Everitt, L.P. Rattie, D.L. Colnett, C.P. Wolf, J.C. Truett, A.H.J. Dorcey, and C.S. Holling. 1987. *Cumulative Effects Assessment: A Context for Further Research and Development.* Canadian Environmental Assessment Research Council, Hull, Quebec.

U.S. Council on Environmental Quality, Regulations of November 29, 1978, 40 CFR Parts 1508.7 and 1508.8 Washington, D.C.

Vlachos, B. 1982. Cumulative impact analysis. *Impact Assessment Bulletin* 1 (4): 60-70.

## CANADIAN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT RESEARCH COUNCIL


Gordon Baskerville
Dean, Faculty of Forestry
University of New Brunswick
New Forestry Building
Fredericton, New Brunswick
E3P 6C2

Robert K. Bell
Norplan Consultants
P.O. Box 228
1632 La Ronge Avenue
La Ronge, Saskatchewan
S0J 1L0

Katherine S. Davies
Department of Public Health
City of Toronto
12 Shuter Street
Toronto, Ontario
M5H 2N2

Charles Ferguson
Director, Environmental Affairs
Inco Limited
P.O. Box 44
Royal Trust Tower
Toronto, Ontario
M5K 1N4

Susan Holtz
4 Umlah's Road
Halifax, Nova Scotia
B3P 2G6

Richard A.W. Hoos
Director, Environmental anc
Socio-Economic Services
Dome Petroleum Limited
12th Floor, First Canadian Centre
620 Third Street S.W.
Calgary, Alberta
T2P 2H8

Peter Jacobs
Professeur titulaire
Université de Montréal
Faculté de l'Aménagement
5620, avenue Darlington
Montréal, Quebec
H3T 1T2

E. Fred Roots
(Chairperson, CEARC)
Science Advisor
Environment Canada
23rd Floor, North Tower
Les Terrasses de la Chaudière
Hull, Quebec
K1A 0H3

## CUMULATIVE EFFECTS ASSESSMENT COMMITTEE


Gordon E. Beanlands
Director of Research
Federal Environmental Assessment
Review Office
1318 Robie Street
Halifax, Nova Scotia
B3H 3E2

Jon O'Riordan
(Chairperson)
Director of Planning
Ministry of the Environment
Government of British Columbia
777 Broughton Street
Victoria, British Columbia
V8W 1E3

Barry Sadler
Director, Institute of the North
American West
1631 Barksdale Drive
Victoria, British Columbia
V8N 5A8

## CEARC SECRETARIAT

Gordon E. Beanlands
(Executive Secretary, CEARC)
Director of Research
Federal Environmental Assessment
Review Office
1318 Robie Street
Halifax, Nova Scotia
B3H 3E2

Robert G. Connelly
Acting Director General
Policy and Administration
Federal Environmental Assessment
Review Office
13th Floor, Fontaine Bldg.
200 Sacré-Coeur Blvd.
Hull, Quebec
K1A 0H3

Mary Margaret Healy
(Administrative Support, CEARC)
Administrative Assistant
Federal Environmental Assessment
Review Office
13th Floor, Fontaine Bldg.
200 Sacré-Coeur Blvd.
Hull, Quebec
K1A 0H3

Elisabeth Marsollier
(Manager, CEARC)
Federal Environmental Assessment
Review Office
13th Floor, Fontaine Bldg.
200 Sacré-Coeur Blvd.
Hull, Quebec
K1A 0H3

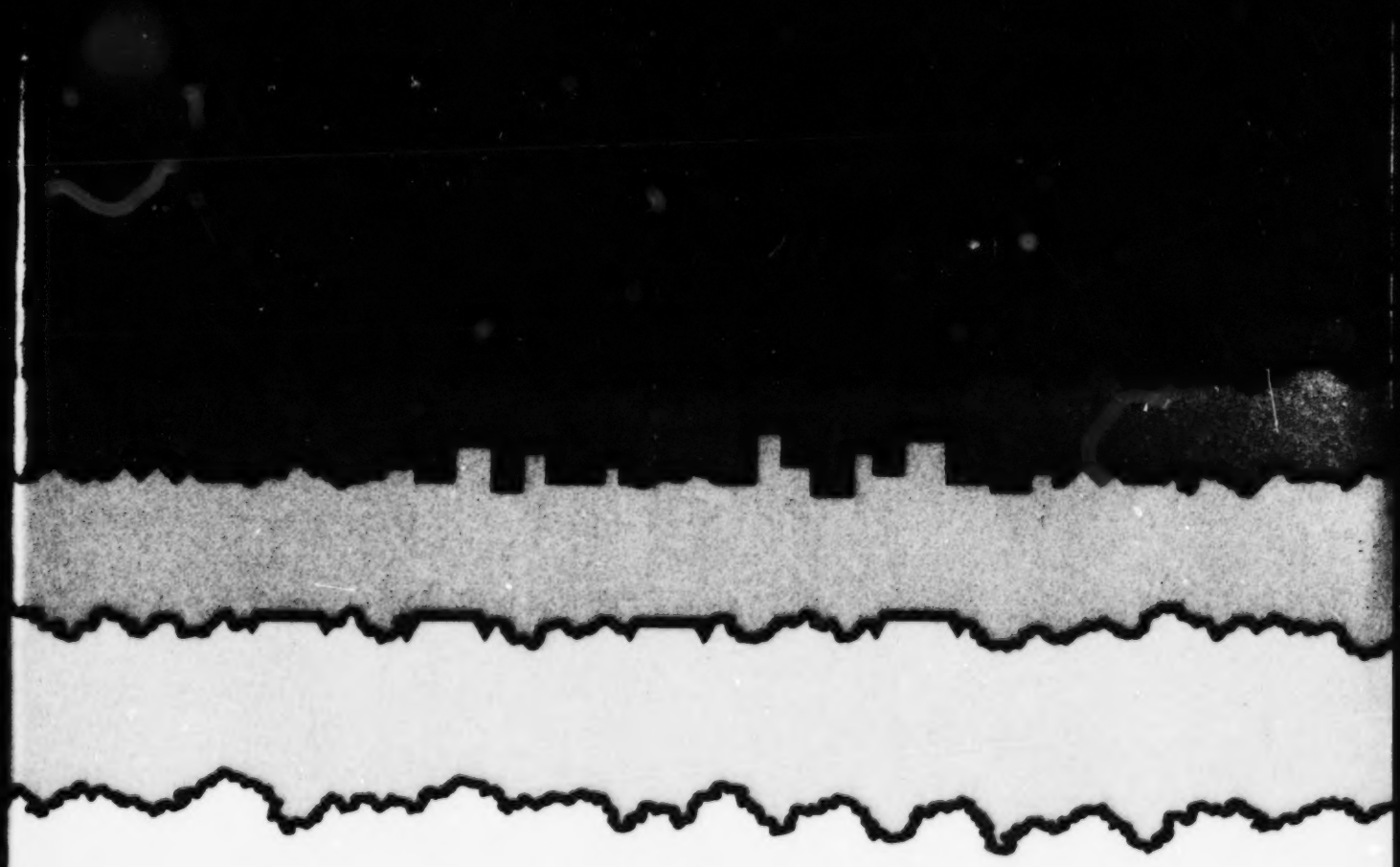
M. Husain Sadar
Scientific Advisor
Federal Environmental Assessment
Review Office
13th Floor, Fontaine Bldg.
200 Sacré-Coeur Blvd.
Hull, Quebec
K1A 0H3

Barry Sadler
Director, Institute of the North
American West
1631 Barksdale Drive
Victoria, British Columbia
V8N 5A8

Robert H. Weir
Chief, Environmental Impact Systems Division
Conservation and Protection
Environment Canada
15th Floor, Place Vincent Massey
351 St. Joseph Blvd.
Hull, Quebec
K1A 1C7

CCREE

CEARC



# ÉVALUATION DES EFFETS CUMULATIFS : EXPOSÉ SUR LA RECHERCHE

# ÉVALUATION DES EFFETS CUMULATIFS : EXPOSÉ SUR LA RECHERCHE

Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1988

N° de cat. En 106-10/1988

ISBN 0-662-55759-X

# AVANT-PROPOS

Le Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale (CCRÉE) a été établi le 30 janvier 1984 par le ministre fédéral de l'Environnement dans le but de conseiller le gouvernement, l'industrie et le monde universitaire sur les moyens d'améliorer, sur les plans scientifique, technique et procédural, les principes fondamentaux de l'évaluation des incidences environnementales (ÉIE). Le CCRÉE se propose de pousser la recherche dans divers domaines reliés à l'amélioration des procédés d'évaluation de l'environnement.

Le Conseil a choisi l'évaluation des effets cumulatifs (ÉEC) comme étant un des points importants à étudier, et le présent exposé décrit l'approche que compte adopter le CCRÉE dans ce domaine de la recherche.

Le présent exposé veut à la fois tirer parti des résultats des recherches commandées par le Ministère et orienter les travaux que le Conseil compte poursuivre lui-même ou promouvoir de concert avec d'autres organismes. L'exposé est également destiné à favoriser et à élargir le dialogue entre le Comité d'ÉEC du Conseil et tous ceux qui s'intéressent à l'évaluation des incidences environnementales.

Un certain nombre de personnes ont contribué à l'élaboration du présent travail. Le Comité d'ÉEC du Conseil remercie en particulier M. Arthur J. Hanson d'avoir fait l'examen critique du document.

Pour plus de renseignements concernant le programme de recherche sur l'évaluation environnementale du Conseil ou sur des points particuliers de la présente étude, on pourra communiquer avec :

Dr. Élisabeth Marsollier, gestionnaire
Secrétariat du CCRÉE
13e étage, immeuble Fontaine
200, boulevard Sacré-Coeur
Hull (Québec)

(819) 997-1000

# ÉVALUATION DES EFFETS CUMULATIFS : EXPOSÉ SUR LA RECHERCHE

## INTRODUCTION

Le Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale (CCRÉE) conseille les gouvernements et l'industrie sur les moyens d'améliorer, sur les plans scientifique, technique et procédural les principes fondamentaux de l'évaluation des incidences environnementales (ÉIE). L'approche adoptée par le Conseil à cette fin est exposée dans un document intitulé Orientations et thèmes de recherche (CCRÉE, 1986). Les points de recherche considérés comme prioritaires pour l'amélioration des méthodes d'évaluation des incidences environnementales sont expliqués dans une série d'exposés sur la recherche. Le présent document énonce les vues du Conseil sur la nature des effets cumulatifs environnementaux, et propose un programme de recherche destiné à améliorer les procédés d'évaluation et de gestion de ces effets.

Le CCRÉE a placé l'évaluation des effets cumulatifs (ÉEC) bien haut dans l'échelle de ses priorités, et ce, pour plusieurs raisons. D'abord et avant tout, disons qu'il est difficile d'entreprendre une solide ÉIE sans tenir compte du contexte régional et des changements cumulatifs résultant d'incidences multiples. Deuxièmement, l'ÉEC reflète un certain nombre de thèmes de recherche adoptés par le CCRÉE, notamment l'intégration du processus d'évaluation à l'intérieur d'un contexte élargi, une analyse scientifique plus rigoureuse, et la consolidation des cadres institutionnels. Troisièmement, le CCRÉE a décidé d'accorder la priorité à des problèmes qui débordent les « frontières » conventionnelles, tant scientifiques qu'institutionnelles, et font obstacle aux pratiques courantes. Quatrièmement, le CCRÉE est intéressé à promouvoir la recherche et l'étude de questions qui ne sont pas du ressort d'autres organismes qui financent la recherche. Enfin, le CCRÉE s'applique à trouver des façons d'évaluer les conséquences des grandes politiques sur l'environnement, en plus d'aborder des projets bien précis. L'ÉEC constitue un excellent exemple de ces préoccupations; cela fait ressortir la nécessité d'une approche structurée et de longue portée, capable de conduire à la solution des aspects scientifiques et institutionnels du problème.

Nous entamerons notre exposé par un bref résumé de certains travaux de base et d'ateliers patronnés par le CCRÉE, et ce, dans le but d'arriver à une meilleure compréhension de l'évaluation des effets cumulatifs et des pratiques courantes dans ce domaine au Canada et ailleurs. Puis, dans notre exposé, nous identifierons certains besoins immédiats au niveau de la recherche. Enfin, nous présenterons le programme de recherche du Conseil sur l'ÉEC, dans le contexte de ses stratégies globales d'amélioration du rendement et des pratiques d'évaluation environnementale au Canada. L'Annexe A présentera les grandes lignes du cadre conceptuel des effets cumulatifs.

## LE CONTEXTE

L'évaluation des incidences environnementales est désormais bien établie comme processus de planification pour concilier le développement économique et la protection de l'environnement. Cependant, elle souffre encore d'un manque de crédibilité au niveau de l'investigation scientifique et de l'efficacité de ses procédés. Le processus d'ÉIE, en particulier, s'intéresse surtout à l'analyse et à la gestion des conséquences écologiques et sociales engendrées par la réalisation de projets considérés isolément.

C'est un fait que la gestion efficace des effets cumulatifs associés à la réalisation de projets multiples constitue un défi de taille tant pour les scientifiques que pour les auteurs des politiques. Les incidences environnementales entraînent des modifications au niveau des systèmes écologiques et sociaux par l'addition de produits chimiques, par exemple, ou d'espèces importées, par le retrait de matières de leur milieu naturel — ce qui est de nature à causer l'éclatement de communautés naturelles et sociales — et par la manipulation des processus physiques, biologiques et socio-économiques. Au fur et à mesure que le développement s'accentue, les conséquences globales finissent par avoir des répercussions beaucoup plus sérieuses que telle ou telle activité en particulier.

Les systèmes écologiques et sociaux peuvent, jusqu'à un certain point, s'adapter à ces changements. Toutefois, il devient de plus en plus évident que les effets cumulatifs associés à des activités multiples peuvent provoquer des changements irréversibles au niveau des systèmes, ou des modifications qui diffèrent énormément de celles qu'engendre telle ou telle activité prise séparément.

Les facteurs économiques et sociaux constituent la pierre angulaire de la promotion des activités à l'origine des effets cumulatif. Les politiques en matière d'agriculteurs qui favorisent l'accroissement de la productivité peuvent être à la source de l'érosion des sols, d'une utilisation intensive de pesticides ou d'autres produits chimiques toxiques, et du drainage des marécages — qui entraîne la destruction des habitats et des espèces. Si une meilleure gestion de l'environnement constitue une solution à ces problèmes, elle n'est pas l'unique réponse. On peut aussi recourir à une modification des politiques économiques fondamentales et tenter de changer la façon dont les gens perçoivent l'environnement. L'évaluation des effets cumulatifs peut aider à passer d'une

gestion de l'environnement pour un projet précis à une approche «holistique» plus globale.

Les effets cumulatifs ont une portée spatio-temporelle — ils peuvent être localisés (abattage des forêts) et à court terme (rotation des cultures), ou se faire sentir à l'échelle du globe (pollution atmosphérique) et à long terme (modifications climatiques). En général, les aspects scientifiques et institutionnels du problème deviennent de plus en plus complexes avec le temps et les empiètements de la civilisation. Cette complexité, qui est un empêchement à la compréhension du problème et à l'élaboration de solutions efficaces de gestion, laisse entrevoir les difficultés que pose l'évaluation des incidences environnementales utilisée à plus grande échelle comme instrument de gestion des ressources de l'environnement. Tôt ou tard, les responsables de la gestion des systèmes de la nature devront, d'une façon ou d'une autre, s'attaquer aux problèmes associés aux effets cumulatifs environnementaux.

Au Canada, on s'intéresse actuellement à promouvoir le développement soutenu (Groupe national de travail sur l'économie et l'environnement). L'analyse des effets cumulatifs peut contribuer de façon importante à l'échange des idées sur le sujet. Elle englobe des développements multiples sur une vaste étendue géographique, et exige des recherches qui tiennent compte des conditions économiques, écologiques et sociales.

Le phénomène des effets cumulatifs est connu depuis longtemps, même s'il a été parfois décrit dans des termes différents. À l'échelle du globe, on peut citer comme exemple l'accumulation du dioxyde de carbone dans l'atmosphère et les retombées acides dans l'est de l'Amérique du Nord et en Europe, par suite d'émissions trop abondantes d'anhydride sulfureux par l'industrie. Un grand nombre d'études scientifiques et administratives sur les Grands Lacs ont mis l'accent sur les effets cumulatifs constatés dans ce vaste secteur (Francis *et al.* 1979). Le programme permanent mis sur pied en Colombie-Britannique dans le but d'élaborer un système de gestion intégrée pour l'estuaire du Fraser peut, lui aussi, être considéré comme une réaction aux effets cumulatifs néfastes du développement, qui se sont avérés difficiles à contrôler par une simple approche sectorielle (Sonntag *et al.* 1987). Le problème est aussi bien connu aux États-Unis où des études et des programmes importants ont été entrepris et par les gouvernements et par le secteur privé (CAETEP 1986). Dans au moins une région (Maryland), on doit s'occuper des effets cumulatifs du développement en vertu des lois sur la planification de cet État.

## Programme de recherche du Conseil

Jusqu'à ce jour, le Conseil a entrepris un programme de recherche en trois étapes sur l'évaluation des effets cumulatifs. D'abord un atelier binational (Canada — États-Unis) sur les effets cumulatifs environnementaux a été organisé de concert avec le Committee on the Application of Ecological Theory to Environmental Problems (CAETEP) du Conseil national de recherches des États-Unis, en février 1985 (CCRÉE et NRC, 1986). Deuxièmement, le CCRÉE a fait faire deux études sur l'état des procédés d'évaluation des effets cumulatifs au Canada et ailleurs par Western Ecological Services (Peterson *et al.* 1987) et par Environmental and Social Systems Analysis Ltd. (ESSA) (Sonntag *et al.* 1987). Le but de la deuxième phase était de passer d'un exercice plutôt théorique d'étude de problèmes (atelier conjoint NRC et CCRÉE) à des questions pratiques sur les méthodes scientifiques et les arrangements institutionnels concernant l'ÉEC. Troisièmement, à l'automne de 1986, le Conseil a demandé à un groupe d'experts-conseils d'un peu partout au Canada de rédiger un « manuel de référence » pour la mise en oeuvre de l'EEC dans une variété de systèmes environnementaux. Le Conseil compte que le travail pourra être publié comme complément du présent exposé. Le compte rendu de l'atelier binational (CCRÉE et NRC 1986) et les deux études commandées par le CCRÉE sont résumés ci-dessous, ces travaux constituant la toile de fond du présent exposé.

## Atelier binational

Les objectifs de l'atelier binational consistaient à définir clairement la nature des incidences cumulatives, à considérer globalement l'efficacité des méthodes scientifiques et administratives courantes face à ces problèmes, et à préciser l'orientation future de la recherche dans ce domaine. L'atelier réunissait 30 participants du Canada et des États-Unis, venus pour examiner les problèmes des effets cumulatifs sur les écosystèmes de la terre, de l'eau, de la mer et de l'atmosphère. Les communications et les commentaires, qui portaient respectivement sur les aspects scientifiques et administratifs de ces quatre systèmes, fournirent ample matière aux discussions. Le compte rendu de l'atelier contient une mine de renseignements sur les concepts actuels d'ÉEC et sur les principaux défis que la recherche et la pratique auront à relever dans ce domaine. Les principaux points abordés au cours des ateliers seront traités ci-dessous.

## Qu'entend-on par effets cumulatifs?

Les effets cumulatifs furent difficiles à définir étant donné que le concept d'évaluation des effets cumulatifs était envisagé sous différents angles. Une typologie des effets cumulatifs environnementaux a donc été préparée dans le but d'aider à classifier les divers types d'incidences cumulatives. Cette classification, qui incorpore des tentatives antérieures d'arriver à une définition (Vlachos 1982 : 61 ; U.S. Council on Environmental Quality 1978 : 1508.7/8), apparaît au Tableau I.

Il y a « effets cumulatifs » lorsque :

- les incidences sur l'environnement naturel et social se produisent avec une telle fréquence dans le temps ou avec une telle densité dans l'espace que les conséquences de chaque « avanie » ne sauraient être assimilées ; ou
- les incidences d'une activité se combinent à celles d'une autre d'une façon synergique.

**Tableau 1**
Typologie des effets cumulatifs sur l'environnement

| | Types | Principales caractéristiques | Exemples |
|---|---|---|---|
| 1. | Effets itératifs | Incidences fréquentes et répétitives sur un même milieu environnemental | Déchets industriels déversés dans les lacs, les rivières et les bassins atmosphériques |
| 2. | Effets concentrés | Incidences de haute densité sur un même milieu environnemental | Morcellement des habitats dans les forêts, les estuaires |
| 3. | Effets combinés | Effets synergiques provenant de sources multiples agissant sur un même milieu environnemental | Émissions gazeuses dans l'atmosphère |
| 4. | Effets à retardement | Incidences à long terme | Effets carcinogènes |
| 5. | Effets à distance | Incidences provenant d'une source lointaine | Grands barrages; émissions gazeuses dans l'atmosphère |
| 6. | Déclenchement et seuil de tolérance | Processus écologiques qui modifient fondamentalement le comportement des systèmes | Effet de serre; effet de l'accroissement du taux de $CO_2$ sur le climat du globe |
| 7. | Effets indirects | Incidences secondaires résultant d'une activité primaire | Construction de routes pour l'exploitation de nouvelles régions |
| 8. | Effets de morcellement | Fractionnement des écosystèmes | Abattage des forêts; aménagement de ports et de ports de plaisance en région côtière marécageuse |

Source : *Discussions lors de l'atelier conjoint CCREE-CAETEP (CCREE et U.S. NRC 1986, 161)*

Individuellement, ces incidences peuvent ne pas différer qualitativement des effets environnementaux associés à la réalisation de tel ou tel projet en particulier, mais collectivement elles exigent souvent des méthodes de recherche et de gestion différentes pour pouvoir les régler de façon efficace.

## Efficacité des méthodes actuelles

De par leur nature, les effets cumulatifs exigent une approche intégrée capable de faire le lien entre l'analyse scientifique et les procédés de gestion, et d'établir un rapport entre la prise de décisions et les facteurs spatio-temporels qui marquent le moment où la qualité de l'environnement commence à se dégrader. La façon actuelle d'aborder l'évaluation des incidences est inadéquate et ne permet pas de faire face à ces problèmes. Actuellement, l'analyse et les mesures correctives, par exemple, ne tiennent généralement pas compte :

- des effets cumulatifs de plusieurs développements affectant des systèmes écologiques;
- des effets d'activités secondaires découlant d'une activité primaire de développement;
- des réactions innovatrices face aux poussées croissantes du développement;
- des effets synergiques des incidences environnementales;
- des effets de « morcellement » (ou écotoniques) par suite d'interactions variables dans l'espace et le temps.

Ces effets peuvent se faire sentir au niveau local, régional ou mondial; ils débordent généralement les frontières des régions ou des pays affectés, et sont de la compétence d'organismes différents. Aussi, exigent-ils un genre de coopération et d'entente difficile à réaliser, sauf face à un état de crise nettement perçu. Disons toutefois que, récemment, des progrès ont été réalisés dans ce sens au niveau de la planification régionale et de l'évaluation sur toute l'étendue d'un territoire (p. ex. BFEEE 1984). En général, les évaluations scientifiques et de gestion des effets cumulatifs ont eu plus de succès avec des systèmes nettement délimités, tels les lacs et les lignes de partage des eaux, qu'avec des systèmes plus ouverts, tels les estuaires, les mers et les systèmes terrestres.

## Orientations de la recherche appliquée

Des recommandations portant sur la recherche et destinées à améliorer l'aspect scientifique et de gestion des effets cumulatifs, ont été faites à partir des conclusions de l'atelier. C'est en se fondant sur ces recommandations que le Conseil a déterminé les exigences et la nécessité d'entreprendre les études de pointe dont il a été question plus haut. Le projet du CCREE concernant ces études suppose deux prémisses :

- que les changements de plus en plus importants qui affectent la qualité de l'environnement sont dus à des effets cumulatifs;

- que les approches scientifiques et institutionnelles sont inadéquates et ne sauraient régler les incidences environnementales.

La vérification de ces prémisses exige que l'on pose d'autres questions :

- Au Canada, quels sont actuellement les types d'incidences cumulatives les plus importants, et comment vont-ils vraisemblablement être modifiés au cours des prochains 10 à 20 ans?

- Avons-nous des exemples d'approches scientifiques et institutionnelles capables de contrer les effets cumulatifs, et pourquoi réussissent-ils?

- Quels types d'environnement et d'activités sont les plus susceptibles d'engendrer des effets cumulatifs et quelles sortes d'ententes en limitent ou en facilitent la gestion?

- Comment les processus d'ÉEI peuvent-ils être adaptés de façon à gérer avec succès les effets cumulatifs, et comment une planification environnementale régionale pourrait-elle s'occuper du problème?

Les points mentionnés plus haut ont confirmé que les effets cumulatifs ont, de plus en plus, des incidences importantes sur la qualité de l'environnement naturel et social au Canada. Peterson *et al.* (1987) ont pu relever des cas ou phénomènes qui ont déjà des effets cumulatifs importants ou qui en auront à la fin de la présente décennie :

- transport sur de longues distances de polluants atmosphériques;
- qualité de l'atmosphère urbaine et saturation du bassin d'air;
- accumulation de substances persistantes et bioaccumulées;
- effets cumulatifs associés à des modifications climatiques;
- occupation du sol par des constructions humaines;
- aliénation et fractionnement des habitats;
- disparition de la quantité et de la qualité du sol;
- effets des produits chimiques utisés en agriculture, en sylviculture et en horticulture;
- diminution et contamination des eaux courantes;
- augmentations de sédiments, de produits chimiques et saturation thermique des habitats aquatiques et marins;
- rythme accéléré d'exploitation des ressources renouvelables; et
- stockage à long terme et enfouissement de déchets toxiques.

Les rapports définitifs des deux groupes de conseillers contenaient en tout 23 recommandations générales et spécifiques sur les aspects scientifiques, méthodologiques, procéduraux et institutionnels de l'ÉEC. Même si chaque groupe de conseillers avait élaboré sa propre façon d'aborder les problèmes de l'ÉEC, on a pu y relever un certain nombre de ressemblances importantes.

- Chaque groupe a élaboré une approche conceptuelle préliminaire devant servir de cadre pour l'analyse des effets cumulatifs. Ces concepts diffèrent, mais fournissent une base utile pour arriver à connaître et à comprendre ce problème complexe.

- Les deux groupes ont mis l'accent sur l'importance des aspects institutionnels et de gestion de l'ÉEC. Ils ont trouvé que le degré de succès, quand on doit traiter des effets cumulatifs et des problèmes qui en découlent, est largement influencé par les arrangements institutionnels existants. Les deux groupes ont recommandé l'élaboration d'un programme de recherche sur le sujet (y compris le contrôle et l'évaluation) dans le but d'améliorer le rendement institutionnel.

- Tous se sont entendus sur la nécessité de « faire l'inventaire » des méthodes et des moyens d'analyse requis pour l'ÉEC. Malgré la complexité du problème, il fut conclu qu'il existe tout un éventail de moyens d'analyse, et que, dans certaines circonstances, on peut s'en servir efficacement.

- Les deux groupes ont recommandé qu'une politique, ou un ensemble de projets, posant des problèmes bien définis au niveau de l'ÉEC, soit choisie comme projet pilote dans le but de vérifier l'utilité des concepts et des moyens mis de l'avant pour contrer les effets cumulatifs.

## Manuel de référence pour l'ÉEC

À l'examen des deux premières phases de la présente stratégie de recherche, il fut décidé par le Conseil que ce qui presse le plus est la préparation d'un « manuel de référence » pour l'ÉEC. Ce manuel contiendra une « trousse » de méthodes analytiques couramment utilisées pour lutter contre les effets cumulatifs dans l'environnement aquatique, atmosphérique et terrestre. Ce manuel sera destiné aux praticiens de l'évaluation environnementale du gouvernement et du secteur privé.

La préparation du manuel a été donnée à contrat à une équipe d'experts-conseils qui ont des bureaux dans la plupart des grands centres du Canada. L'équipe de recherche a pour mandat 1) de préciser le modèle conceptuel d'ÉEC ébauché par le Comité d'ÉEC du Conseil, à partir des travaux d'ESSA et de WES (Voir Annexe A) de traiter de l'efficacité des procédés de planification tant régionale que territoriale, dans le but de trouver un contexte pour la formulation de politiques sur l'analyse et la gestion des effets cumulatifs; 3) de préciser les techniques analytiques utilisées actuellement pour la gestion des effets cumulatifs; 4) d'établir des critères et des principes directeurs pour l'élaboration et la mise en route des programmes de contrôle qui serviront à évaluer et à gérer les changements résultant des effets cumulatifs; et 5) de proposer des ententes institutionnelles pour favoriser une coopération

plus étroite entre les organismes et les autorités des régions qui relèvent de juridictions différentes.

Un deuxième objectif du présent projet consistait à vérifier la faisabilité et l'application des méthodes énoncées dans le manuel de référence, et d'appliquer le cadre conceptuel à une étude de cas précise ayant des ramifications régionales et multi-juridictionnelles. Le cas en question, proposé par le Conseil, était celui des effets cumulatifs des politiques sur l'utilisation des sols à des fins agricoles ou connexes, et leurs effets sur les habitats en terrain marécageux et sur les systèmes écologiques qui en dépendent, dans les trois provinces des Prairies. On sait pertinemment que le nombre d'oiseaux aquatiques a diminué rapidement au cours des dix dernières années — de là la pertinence de ce travail de recherche appliquée. Cette étape du travail du Conseil, l'analyse, ne devrait être entreprise qu'au niveau de la faisabilité.

Le Manuel de référence, une fois révisé par le Conseil, devrait paraître au printemps de 1988 pour être critiqué par les groupements intéressés à la recherche et à la pratique de l'évaluation environnementale.

## CADRE CONCEPTUEL POUR L'ÉEC

L'analyse des effets cumulatifs est complexe du fait que les incidences environnementales et sociales de développements multiples ont des interactions différentes dans le temps et l'espace. En conséquence, le Conseil croit qu'il faudrait élaborer un cadre qui servirait à identifier les différentes catégories d'effets cumulatifs et à reconnaître les rapports de ces catégories avec les facteurs temps et espace et avec les écosystèmes.

Une première tentative d'élaboration d'un tel cadre apparaît à l'Annexe A. Cette ébauche a pour but de provoquer des échanges d'idées dans le monde de la recherche, et de servir de toile de fond au travail de révision du manuel de référence et au projet d'étude de cas qui figure au programme de recherche du Conseil.

Le cadre qui servira à l'analyse de l'ÉEC incorpore les six caractéristiques principales des effets cumulatifs :

1. L'échelle des incidences peut englober les effets aux plans local, régional, national et mondial.
2. Le temps de réaction des systèmes peut être court (jours ou mois), moyen (années) ou long (décennies).
3. Des activités et des systèmes multiples (économiques, sociaux, écologiques) peuvent être mis en cause.
4. Il faudra, pour l'analyse des problèmes, recourir à la recherche multidisciplinaire.
5. Une foule d'organismes sont généralement intéressés à la gestion des effets cumulatifs, étant donné que les incidences débordent souvent les frontières des régions ou des États.
6. Des processus politiques et de planification serviront à établir un contexte d'analyse des incidences spécifiques à un projet.

Ces caractéristiques, en plus d'établir un cadre d'analyse pour l'étude de cas concrets d'ÉEC, exerceront une influence sur la portée future de la recherche telle qu'énoncée par le Conseil. Les sujets de recherche mentionnés dans les paragraphes qui suivent, sont basés sur le programme actuel du Conseil et sur des échanges d'idées avec un certain nombre de praticiens. La liste est loin d'être complète; il s'agit plutôt d'une tentative de stimuler l'intérêt et l'initiative de ceux qui s'adonnent à la recherche.

## LES BESOINS EN MATIÈRE DE RECHERCHE

Le Conseil croit qu'il y a moyen d'entreprendre une recherche fructueuse dans trois domaines d'évaluation cumulative :

- le développement théorique
- le développement scientifique et méthodologique
- le développement institutionnel.

Ces domaines ont, sans doute, des points communs, et il se peut que certains projets de recherche couvrent les trois aspects. Cette « classification », cependant, permettra au Conseil d'identifier certaines propositions initiales de projets de recherche sur l'ÉEC.

### Développement théorique

D'abord, le Conseil aimerait voir le cadre conceptuel préliminaire de l'Annexe A élargi et précisé. Il importe de mieux saisir les rapports de cause à effet qui caractérisent les quatre « voies » des effets cumulatifs et des modifications écologiques de la Figure 1. Il faudrait porter une attention toute particulière aux processus qui entrent en jeu dans les voies 3 and 4. Les problèmes associés à l'établissement de limites spatio-temporelles pour l'analyse des changements dus à des activités multiples à l'intérieur de systèmes relativement ouverts, sont des problèmes de taille. L'identification d'indices clés et de seuils critiques, qu'on retrouve dans la notion de «capacité de charge», serait utile et permettrait de mettre de l'ordre dans la multiplicité des rapports de cause à effet et d'évaluer la résistance des systèmes au changement. Dans ce contexte, il importera surtout de tenter d'établir les signes avant-coureurs des « surprises structurales », c'est-à-dire ce genre de dégradation des systèmes environnementaux à l'échelle du globe résultant des tendances fondamentales de la technologie et de l'économie (p. ex. la diminution de la couche d'ozone). Une telle recherche permettra de délaisser la façon traditionnelle de gérer les effets cumulatifs, qui consistait « à réagir et à guérir » après coup, et d'adopter une approche plus proactive, consistant « à prévoir et à prévenir ». Il faut aussi insister sur le fait que le cadre qui est à la base de cette approche conceptuelle devrait être applicable aux niveaux local et régional, là où le gros du travail d'évaluation et de gestion se fait au Canada, et qu'il devrait aussi pouvoir comprendre les processus qui entraînent des changements environnementaux à l'échelle du globe.

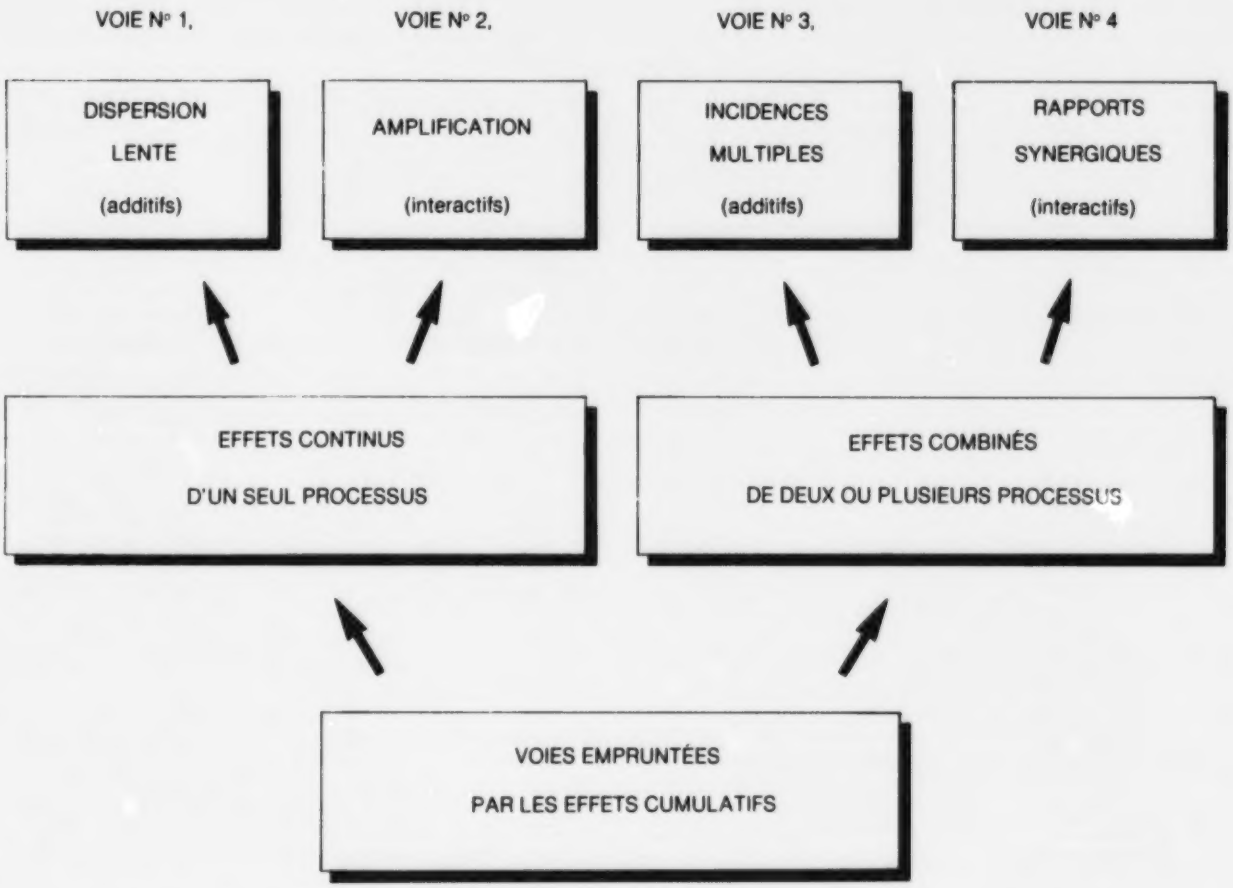



**Figure 1.** Principales voies conduisant aux effets cumulatifs.

Le Conseil considère qu'un certain nombre de thèmes sont importants. Quelques-uns d'entre eux entrent dans le cadre d'une recherche scientifique bien établie, alors que d'autres sont plus récents. Le Conseil est prêt à appuyer et à promouvoir la recherche pour :

- l'établissement de limites d'espace et de temps dans des écosystèmes relativement ouverts — air, terre et eau;
- l'évaluation des capacités de tolérance de divers écosystèmes dans le but de déterminer le seuil critique auquel les effets subis par le système amorceront des modifications importantes; et
- la mise en oeuvre de processus de planification efficaces, au niveau d'une région ou d'un territoire, dans le but d'établir le lien entre la gestion de l'environnement et le développement économique régional lorsque des effets cumulatifs sont en cause.

## Développement scientifique et méthodologique

L'évaluation des effets cumulatifs présente des défis de taille aux chercheurs scientifiques. Ces effets, par définition, ne se manifestent pas dans l'immédiat, que ce soit sur le plan spatial ou sur le plan temporel. Dans certains cas, le facteur temps dépasse le temps qu'il faut normalement pour réaliser un programme de recherche; par exemple, il peut s'écouler un certain temps entre l'apparition de la cause et la constatation de l'effet. Il s'ensuit donc que la recherche des effets cumulatifs est, de par sa nature, un travail de longue haleine, qui doit être appuyé par des programmes de contrôle suffisamment échelonnés dans le temps et l'espace. Il pourrait être difficile de trouver des candidats pour ce genre de programmes de recherche et de contrôle.

La recherche de base requise pour cerner le problème des effets cumulatifs est, en général, multidisciplinaire. Malheureusement, ce genre de recherche et de développement n'a pas

toujours la faveur des scientifiques et des organismes qui financent la recherche. Étant donné que, pour l'évaluation cumulative, la plupart des recherches de base sur le rapport de cause à effet devront être menées dans le cadre des grands programmes de recherche du gouvernement ou des universités, le CCRÉE devra promouvoir et favoriser une méthode de recherche scientifique intégrée pour aborder le sujet.

Conjointement aux recherches de base sur l'ÉEC, il faudra s'appliquer à trouver des solutions pratiques et efficaces.

Parmi les thèmes de recherche proposés par le Conseil mentionnons :

- la conception et la mise sur pied de réseaux de contrôle chargés de mesurer les effets cumulatifs de sources multiples sur des écosystèmes spécifiques et les incidences multiples sur plusieurs écosystèmes.
- l'analyse de cas, portant sur des projets actuels ou passés, dans le but de vérifier les techniques d'analyse et les processus d'incidences adaptatives pour la gestion des effets cumulatifs sur les écosystèmes naturels; et
- une meilleure compréhension des rapports fonctionnels entre la cause et les effets associés à des incidences multiples sur des écosystèmes naturels.

Il faudra mettre au point des méthodes d'analyse scientifiquement défendables et capables de servir aux responsables de la gestion des effets cumulatifs. Ces méthodes devront comprendre des programmes de contrôle bien conçus, capables, en définitive, de faire mieux saisir les liens complexes qui existent entre des développements multiples ou séquentiels et leurs répercussions sur les systèmes naturels. La recherche de base sera appelée à mettre au point des programmes de contrôle destinés à sauvegarder l'intégrité structurale et fonctionnelle des écosystèmes au fur et à mesure qu'ils seront exposés à des niveaux de plus en plus élevés de stress. Les programmes récents de contrôle sont destinés à mesurer les changements causés par un projet particulier plutôt que par des projets multiples. Dans le cas des systèmes exposés à diverses sources de stress, le contrôle est souvent inadéquat. Les méthodes d'analyse devront désormais être rigoureusement vérifiées et évaluées dans la pratique ou au moyen de projets pilotes. Dans ce contexte, le CCRÉE pourra sans doute faciliter les applications pratiques et veiller à la mise en place d'évaluations valables.

### Développement institutionnel

La multiplicité des institutions est également une entrave importante en ce qui concerne l'application de méthodes améliorées d'évaluation et de gestion des effets cumulatifs, surtout dans les cas qui relèvent de différentes juridictions. Les besoins de la recherche pourraient, au départ, consister à devoir réexaminer l'efficacité des moyens institutionnels existants en matière d'évaluation des effets cumulatifs, dans le cas où ces effets sont déjà une préoccupation bien établie dans le public (p. ex. le Programme de gestion de l'estuaire du Fraser).

Parmi d'autres exemples de recherche institutionnelle sur les effets cumulatifs signalés par le CCRÉE, mentionnons :

- les cas où divers organismes s'entendent pour gérer les effets cumulatifs de l'environnement lorsque ces effets débordent les frontières (entre les provinces et au niveau international);
- l'examen des méthodes de consultation du public sur l'analyse des effets cumulatifs dans les cas où les incidences résultent de sources multiples (p. ex. soit plus d'une source ou un mélange de sources existantes et possibles); et
- l'analyse des méthodes institutionnelles qui favorisent l'intégration de l'analyse des incidences sociales et de l'évaluation environnementale lorsque des effets cumulatifs sont en cause.

À partir de ces expériences, on pourrait élaborer des directives qui permettraient d'inclure l'ÉEC dans le mandat des organismes publics.

Un point particulièrement important à cet égard est la recherche portant sur les ententes multijuridictionnelles en vue de gérer les effets cumulatifs actuellement reconnus comme potentiellement critiques (par exemple, l'étude de faisabilité portant sur le drainage des terrains marécageux et la réduction des habitats des oiseaux aquatiques dans les Prairies). En deuxième lieu, il faudrait déterminer comment les différents gouvernements, tant au plan régional qu'international, peuvent s'adapter aux « surprises structurales » qui, par définition, sont difficiles à prévoir (*Voir* Annexe A). Il existe actuellement des arrangements efficaces pour les cas qui débordent les frontières et qui échappent au contrôle de tel ou tel pays ou gouvernement — cette situation constitue une véritable gageure pour la recherche en matière d'ÉEC.

Enfin, on peut arriver à améliorer le rendement institutionnel en recourant à des stratégies d'évaluation et de vérification englobant les effets cumulatifs. L'entente fédérale-provinciale actuelle sur l'estuaire du Fraser a pu relever, à la suite de la vérification et de l'évaluation des effets cumulatifs, un certain nombre de projets, tel un programme fédéral-provincial de contrôle de la qualité des eaux ambiantes englobant l'analyse des indicateurs biologiques et l'évaluation de la productivité de l'habitat marécageux au moyen d'un inventaire régulier. En outre, la mise au point d'un système multijuridictionnel de renvois permet de suivre tous les projets de développement et de les évaluer dans le contexte du développement existant et des objectifs environnementaux ambiants (Sonntag *et al.* 1987).

## PROGRAMME DE RECHERCHE

En février 1987, le Conseil a fait une révision globale de ses stratégies de recherche et a décidé de mettre l'accent sur un certain nombre d'activités fonctionnelles au cours des trois prochaines années. Le Conseil entend patronner la recherche sur les effets cumulatifs en tenant compte de cette révision. Dans ce contexte, les recherches du Conseil seront centrées sur les questions stratégiques et les projets dits de « démonstration ».

### Analyse des questions stratégiques

L'analyse des questions stratégiques, c'est l'application de la recherche comme soutien de la politique, de la planification et de la gestion associées à la mise en valeur des ressources importantes au Canada. Une telle recherche devrait d'abord tenir compte des liens qui existent entre les politiques et la planification, et entre la réalisation de projets uniques ou multiples. Son but serait de déterminer jusqu'à quel point les politiques établies ou la planification régionale servent à guider et à contrôler les effets environnementaux du développement économique, par exemple, dans un environnement côtier ou dans l'exploitation forestière. Deuxièmement, la recherche servirait à évaluer jusqu'à quel point les objectifs environnementaux, établis dans le contexte des politiques et de la planification, ont été réalisés (p. ex. les normes de qualité du milieu, l'utilisation des ressources allouées, le rendement tolérable).

Une telle recherche supposerait l'instauration de programmes de contrôle et d'évaluation. Cette intégration des politiques à la planification, des projets uniques aux projets multiples, et des processus d'évaluation à ceux de contrôle, est considérée comme essentielle pour l'analyse d'un certain nombre de questions stratégiques.

Comme exemples de questions stratégiques, mentionnons les effets des politiques forestières sur les systèmes environnementaux, des politiques agricoles sur la conservation des sols et des habitats marécageux, enfin les effets des stratégies de gestion des déchets industriels sur la qualité de l'eau des Grands Lacs. Plusieurs de ces projets ont des effets cumulatifs, tels que décrits dans cet exposé. Certains d'entre eux font déjà l'objet d'une recherche menée par divers organismes ou en vertu d'ententes multijuridictionnelles. Dans ces cas, le rôle du CCRÉE serait de revoir les résultats de ces recherches. D'autres questions, tel le drainage des terrains marécageux dans les prairies, n'ont pas encore été abordées systématiquement du point de vue des effets cumulatifs. Le CCRÉE serait heureux d'appuyer ce genre de recherche si les résultats de l'étude de faisabilité actuellement en cours étaient prometteurs et si les régions impliquées donnaient leur appui au projet.

Cet aspect du travail du CCRÉE est conforme aux principes énoncés par le Groupe de travail sur l'environnement et l'économie, qui a présenté son rapport au Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement en septembre 1987. Le Groupe de travail a insisté sur la nécessité du développement soutenu par le biais de politiques et de projets conçus de façon à intégrer la gestion économique à la gestion environnementale.

### Projets de démonstration

La plupart des recherches effectuées sur l'évaluation environnementale peuvent se vérifier par les analyses d'applications à des problèmes réels. Ainsi, le Conseil serait disposé à aider les communautés qui voudraient appliquer les résultats du manuel de référence aux problèmes d'ÉEC au Canada. Les frais découlant de ce genre de recherche devraient être partagés, c'est-à-dire que le gouvernement ou l'organisme qui en prend l'initiative devrait être disposé à financer une partie du programme de recherche. Le Conseil s'intéresse aussi à d'autres aspects de l'évaluation environnementale, tels que les mesures correctives et la compensation, l'analyse des risques, l'évaluation en fin de projet; le contrôle des incidences sociales et le recours à la négociation et à la médiation pour le règlement des conflits. Les études de cas qui combinent un certain nombre de ces éléments, en plus de l'ÉEC, recevront davantage l'appui du Conseil que s'il s'agissait de projets limités à un seul de ces domaines de recherche.

## PROCHAINES ÉTAPES

Le présent exposé sera diffusé à tous les chercheurs concernés et aux praticiens de l'évaluation environnementale. Le secrétariat du Conseil serait heureux de recevoir vos commentaires et vos vues sur le programme de recherche proposé, ainsi que sur d'autres aspects de l'ÉEC mentionnés ici.

Le Conseil a aussi pris sur lui de discuter du présent exposé avec des praticiens et des chercheurs sur place, dans le but d'échanger avec eux des idées et d'encourager l'application de nouveaux procédés et de méthodes scientifiques à l'analyse des projets courants.

Les étapes spécifiques que le Conseil compte entreprendre en matière d'évaluation des effets cumulatifs comprend :

- l'achèvement et la publication du manuel de référence sur les méthodes d'ÉEC;
- des rencontres avec les praticiens du gouvernement et de l'industrie dans le but de leur expliquer le manuel et de les encourager à appliquer les nouvelles méthodes scientifiques d'évaluation des projets;
- de faciliter la mise en oeuvre des résultats de l'étude sur l'agriculture et les terrains marécageux des provinces des Prairies; et
- de rencontrer les chercheurs pour les encourager à faire de la recherche dans les trois domaines fonctionnels de l'ÉEC : le développement théorique et scientifique, l'analyse méthodologique et l'analyse institutionnelle.

# ANNEXE A

# PERSPECTIVES

Le Comité d'ÉEC du Conseil est intéressé à perfectionner son cadre conceptuel d'analyse des effets cumulatifs. Dans des rapports commandés par le Conseil, Western Ecological Services (WES) et ESSA ont prolongé la typologie du Tableau 1 du présent exposé. Les modèles WES et ESSA sont décrits ci-dessous, dans le but de donner un aperçu de l'état des connaissances actuelles et de stimuler les échanges entre le Comité d'ÉEC du Conseil et les personnes intéressées.

WES (Peterson *et al.* 1987) a cerné quatre types d'effets cumulatifs impliquant des incidences additives et interactives provenant respectivement de sources uniques et multiples (Figure 1). Les effets de la voie 1 sont ceux qui résultent d'une accumulation continue en provenance d'une source unique, sans complications interactives. Les effets de la voie 2 comprennent une biomagnification, terme à la mode pour désigner une concentration dans la chaîne alimentaire, comme la présence de radionucléides et de pesticides dans les écosystèmes. Les effets de la voie 3 sont la combinaison des effets de deux ou plusieurs processus, c'est-à-dire l'accumulation d'incidences multiples non-interactives. Les effets de la voie 4 sont ceux de deux ou plusieurs processus qui, par leurs rapports synergiques, sont interactifs.

Ces notions peuvent être appliquées comme suit à la typologie des incidences du Tableau 1 :

| | |
|---|---|
| Effets itératifs | Voies 1 et 3 |
| Effets concentrés | Voies 1 et 3 |
| Effets combinés | Voies 2 et 4 |
| Effets à retardement | Voie 1 |
| Effets à distance | Voies 1 et 2 |
| Effets indirects | Toutes les voies (possiblement) |
| Effets morcelés (grignotage) | Toutes les voies (possiblement) |

ESSA (Sonntag *et al.* 1987) a proposé un cadre analytique d'ÉEC basé sur des systèmes simples. Un gabarit d'activités sert à déterminer les changements et les tendances des systèmes biophysiques et socio-économiques. La Figure 2 montre que des activités spécifiques peuvent se produire localement et à court terme (p. ex. l'abattage des forêts) ou peuvent s'accumuler à long terme sur une vaste étendue géographique (p. ex. le transport à longue distance d'émissions d'anhydride de soufre). L'étape suivante du cadre d'ESSA est la caractérisation du système « récepteur » (Figure 3). Le diagramme comporte trois sous-systèmes (écologique, social, et économique) et deux dimensions (spatiale et temporelle). Les processus qui ont trait à la capacité des systèmes de réagir et de récupérer avec le temps, sont particulièrement intéressants.

Le but des deux modèles est de tâcher d'élargir la portée de l'analyse, particulièrement les facteurs temps et espace. Le Conseil, par l'entremise de son Comité d'ÉEC, va entreprendre de préciser ces cadres d'ÉEC une fois que le manuel de référence aura été revu et soumis à un examen critique (Voir la partie « Prochaines étapes » du présent exposé).

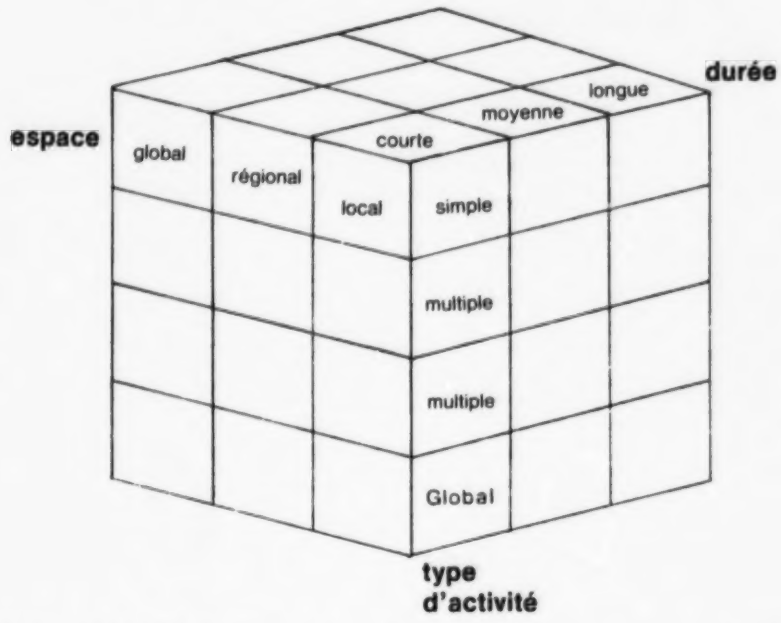



**Figure 2.** " Gabarit des activités " : identification des activités de développement dans un contexte spatio-temporel. (Sonntag *et al.* 1987)

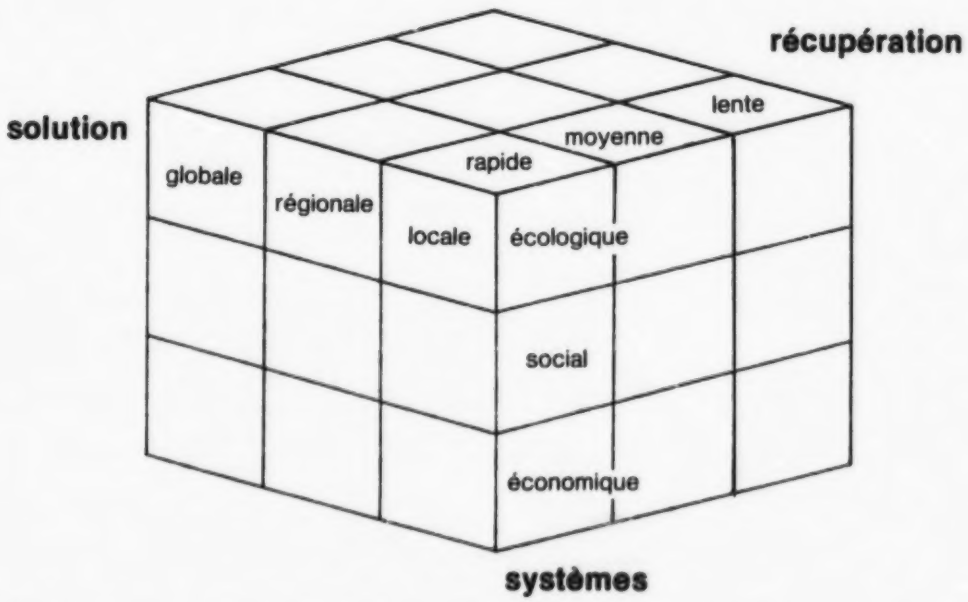



**Figure 3.** " Gabarit des systèmes " : identification des processus et de la structure des systèmes dans un contexte spatio-temporel. (Sonntag *et al.* 1987)

## BIBLIOGRAPHIE


Ballard, S.C., M.D. Devine, T.E. James et M.A. Chartock, 1982, Integrated Regional Environmental Assessment: Purposes, Scope, and Products, Impact Assessment Bulletin, n° 2, p. 5-13.

BFEEE, Production et transport d'hydrocarbures en mer de Beaufort, Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales, Hull (Québec), 1984.

CAETEP, 1986, Ecological Knowledge and Environmental Problem Solving, National Academy Press, Washington (D.C.).

CCRÉE, 1985, Orientations et thèmes de recherche, Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale, Hull (Québec).

CCRÉE et U.S. NRC, éditeurs, Cumulative Environmental Effects: A Binational Perspective, Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale, Hull (Québec).

Cooke, L., C. Taylor et E. Wyldman, 1986, « Eastern slopes policy and integrated resource management — Alberta », in Integrated Approaches to Resource Planning and Management, R. Lang, éditeur, Calgary, University of Calgary Press, p. 169-192.

Cornford, A.B., J. O'Riordan et B. Sadler, « Planning, assessment and implementation: A strategy for integration », in Environmental Protection and Resource Development: Convergence for Today, B. Sadler, éditeur, Calgary, University of Calgary Press, 1985, p. 47-75.

Douglas, L.A., « The land use planning program of the Ontario Ministry of Natural Resources », in Integrated Approaches to Resource Planning and Management, R. Lang, éditeur, Calgary, University of Calgary Press, 1985, p. 193-214.

Francis, G.R., éditeur, Rehabilitating Great Lakes Ecosystems, Technical Report No. 37, Great Lakes Fishery Commission, Ann Arbor (Michigan), 1979.

Holling, C.S., éditeur, Adaptive Environmental Assessment and Management, Toronto, Wiley and Sons, 1978.

Peterson, E.B., Y.-H. Chan, N.B. Peterson, G.A. Constable, R.B. Caton, C.S. Davis, R.R. Wallace et Y.A. Yarronton, Cumulative Effects Assessment in Canada: An Agenda for Action and Research, Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale, Hull (Québec), 1987.

Roots, E.F., « Closing remarks: A current assessment of cumulative assessment », in *Cumulative Environmental Effects: A Binational Perspective*, CCRÉE et U.S. NRC, éditeurs, Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale, Hull (Québec), 1985.

Sonntag, N.C., R.R. Everitt, L.P. Rattie, D.L. Colnett, C.P. Wolf, J.C. Truett, A.H.J. Dorcey et C.S. Holling, L'évaluation des effets cumulatifs: Un cadre pour l'avancement de la recherche et du développement, Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale, Hull (Québec), 1987.

U.S. Council on Environmental Quality, Regulations of November 29, 1978, 40 CFR Parts 1508.7 and 1508.8, Washington (D.C.).

Vlachos, B., « Cumulative impact analysis », in Impact Assessment Bulletin, n° 1, vol. 4, p. 60-70.

## CONSEIL CANADIEN DE LA RECHERCHE SUR L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

Gordon Baskerville
Doyen, Faculty of Forestry
University of New Brunswick
New Forestry Building
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
E3P 6C2

Robert K. Bell
Norplan Consultants
C.P. 228
1632, avenue La Ronge
La Ronge (Saskatchewan)
S0J 1L0

Katherine S. Davies
City of Toronto
Department of Public Health
12, rue Shuter
Toronto (Ontario)
M5H 2N2

Charles Ferguson
Directeur, Environmental Affairs
Inco Limited
P.O. Box 44
77, rue King
Royal Trust Tower
Toronto (Ontario)
M5K 1N4

Susan Holtz
4 Umlah's Road
Halifax, (Nouvelle-Écosse)
B3P 2G6

Richard A.W. Hoos
Directeur, Environmental and
Socio-Economic Services
Dome Petroleum Ltd.
12e étage
First Canadian Centre
620, 3e Rue sud-ouest
Calgary (Alberta)

Peter Jacobs
Professeur titulaire
Université de Montréal
Faculté de l'aménagement
5620, avenue Darlington
Montréal (Québec)
H3T 1T2

E. Fred Roots
Conseiller scientifique
Environnement Canada
23e étage, tour du nord
Les Terrasses de la Chaudière
10, rue Wellington
Hull (Québec)
K1A 0H3

## COMITÉ D'ÉVALUATION DES EFFETS CUMULATIFS


Gordon E. Beanlands
(Secretaire, CCRÉE)
Directeur de la Recherche
Bureau fédéral d'examen des
évaluations environnementales
1318, rue Robie
Halifax (Nouvelle-Écosse)
B3H 3E2

Jon O'Riordan
(Président)
Directeur de la planification
Ministère de l'Environnement
de la Colombie Britannique
777 Broughton Street
Victoria (Colombie-Britannique)
V8W 1E3

Barry Sadler
Directeur, Institute of the North
American West
1631, promenade Barksdale
Victoria (Colombie-Britannique)
V8N 5A8

## SECRÉTARIAT DU CCRÉE


Gordon E. Beanlands
(Secretaire, CCRÉE)
Directeur de la recherche
Bureau fédéral d'examen des
évaluations environnementales
1318, rue Robie
Halifax (Nouvelle-Écosse)
B3H 3E2

Robert G. Connelly
Directeur général intérimaire
Politique et Administration
Bureau fédéral d'examen des
évaluations environnementales
13e étage, immeuble Fontaine
200, boulevard Sacré-Coeur
Hull (Québec)
K1A 0H3

Mary Margaret Healy
(Soutien administratif, CCRÉE)
Adjoint administratif
Bureau fédéral d'examen des
évaluations environnementales
13e étage, immeuble Fontaine
200, boulevard Sacré-Coeur
Hull (Québec)
K1A 0H3

Élisabeth Marsollier
(Gestionnaire, CCRÉE)
Bureau fédéral d'examen des
évaluations environnementales
13e étage, immeuble Fontaine
200, boulevard Sacré-Coeur
Hull (Québec)
K1A 0H3

M. Husain Sadar
Conseiller scientifique
Bureau fédéral d'examen des
évaluations environnementales
13e étage, immeuble Fontaine
200, boulevard Sacré-Coeur
Hull (Québec)
K1A 0H3

Barry Sadler
Directeur
Institute of the North American West
1631, promenade Barksdale
Victoria (Colombie-Britannique)
V8N 5A8

Robert H. Weir
Chef, Division des systèmes
des incidences environnementales
Service de protection de l'environnement
15e étage, Place Vincent Massey
351, boulevard Saint-Joseph
Hull (Québec)
K1A 1C7